



ILUMINAÇÃO PÚBLICA AUTOSSUFICIENTE ALIMENTADA POR ENERGIA FOTOVOLTAICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5200

Autores: LUCAS DE ALMEIDA FERNANDES, ITALO PINTO RODRIGUES, GABRIEL JOSÉ BRAGA ARVELLOS DOS SANTOS, LUCIANO AUGUSTO MOURA DA SILVA, EDMAR MOREIRA DA SILVA, DANIEL DOS SANTOS AGUIAR

Resumo: A inovação no ensino de Engenharia, visando uma experiência prática e envolvente para os estudantes, motivou a implementação do método Engenharia 360º pelo Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) em 2022. O desafio enfrentado foi a criação de soluções para cidades sustentáveis e inteligentes, um problema crítico no cenário urbano atual. Para resolver essa questão, foi utilizada a metodologia PjBL (Project-Based Learning), onde os alunos desenvolveram projetos reais, como o sistema de iluminação pública autossuficiente alimentado por energia solar. O projeto envolveu etapas de modelagem comportamental, modelagem do protótipo e modelagem do software de controle, utilizando ferramentas como Matlab, AutoCad, Fusion e Arduino. Os resultados indicaram que o projeto atende aos indicadores de cidades inteligentes da ABNT, destacando-se pela viabilidade técnica e pelo alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, contribuindo para a eficiência energética e a sustentabilidade urbana.

Palavras-chave: Cidades Sustentáveis, Aprendizagem Baseada em Projetos, Energia Fotovoltaica, Indicadores de Cidades Inteligentes, Educação em Engenharia

ILUMINAÇÃO PÚBLICA AUTOSSUFICIENTE ALIMENTADA POR ENERGIA FOTOVOLTAICA

1 INTRODUÇÃO

Em 2022, o Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) implementou uma abordagem inovadora nos cursos presenciais de Engenharia (Elétrica, Mecânica, Civil, Ambiental e Produção), denominada Engenharia 360°. Essa iniciativa visa envolver os estudantes em problemas reais utilizando a metodologia PjBL (Project-Based Learning). Em cada módulo semestral, os alunos são desafiados com problemas oriundos do mundo real, cabendo a eles desenvolverem soluções por meio de projetos. Neste modelo é possível alcançar maior motivação do estudante utilizando alguns métodos de aprendizagem, tais como: aprendizagem baseada em projetos (PjBL), aprendizagem baseada em problema (PBL), gamificação, sala de aula invertida, ensino baseado em casos, aprendizagem por descoberta, ensino sob demanda, entre outros. (CHI; WYLIE, 2014; BALLESTEROS et al., 2021; GOMEZ-DEL RIO; RODRIGUEZ, 2022)

O ensino de engenharia, que antes, privilegiava o modelo centrado no professor. Com o modelo da Engenharia 360° visa aprimorar a aquisição de conhecimento por meio da participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

A origem deste artigo vincula-se ao primeiro semestre de 2023, no qual, os estudantes foram desafiados a criarem soluções para cidades sustentáveis e inteligentes. Sendo assim, foram desenvolvidos diversos projetos, dentre eles, o que se apresenta neste artigo como estudo de caso.

O objetivo principal deste artigo é apresentar a metodologia utilizada para orientar os estudantes na condução do projeto e ilustrá-la com os resultados de um dos projetos apresentados pelos estudantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As cidades inteligentes são cidades eficientes, conectadas e sustentáveis, onde são necessárias inovações tecnológicas que busquem o desenvolvimento urbano. Nesse sentido, para que possa ser considerada como cidade inteligente, é necessário suprir os indicadores das cidades inteligentes determinados por meio da ABNT, (2021).

Segundo a ABNT, (2021), uma cidade inteligente é caracterizada pela capacidade de acelerar a obtenção de resultados sustentáveis nas esferas social, econômica e ambiental. Além disso, tais cidades são adaptativas ao crescimento populacional e às flutuações econômicas e políticas, utilizando a tecnologia para melhorar os serviços oferecidos aos seus habitantes.

Tendo isso em vista, propõem-se um projeto que visa suprir o indicador, que se refere a remodelagem do sistema de iluminação pública, produzindo a modelagem comportamental do sistema, protótipo e software de controle de um poste autossuficiente alimentado por energia fotovoltaica.

O projeto em questão se trata de uma iluminação autossuficiente, pensada principalmente para os postes de iluminação pública. Nele, a rede elétrica dos postes seria trocada por um sistema autossuficiente de iluminação, onde placas fotovoltaicas captariam a luz solar, e ao entrar em contato com o silício (material de que as placas solares são feitas), é gerada uma corrente contínua. Por conseguinte, essa corrente contínua é levada até o inversor solar, onde é transformada em corrente alternada, que

além de possibilitar o uso dessa energia, garante a segurança do sistema e, ao mesmo tempo, permite mensurar a energia gerada pelos painéis solares. Essa corrente é conduzida até as baterias estacionárias, carregando-as. Com a energia armazenada, as luminárias de LED dos postes são abastecidas, que se ativam de acordo com a necessidade luminosa do local.

3 METODOLOGIA PROPOSTA

Esta seção apresenta a metodologia de avaliação do projeto, que indica as principais orientações de como o projeto deve ser realizado e também como o estudo de caso foi conduzido.

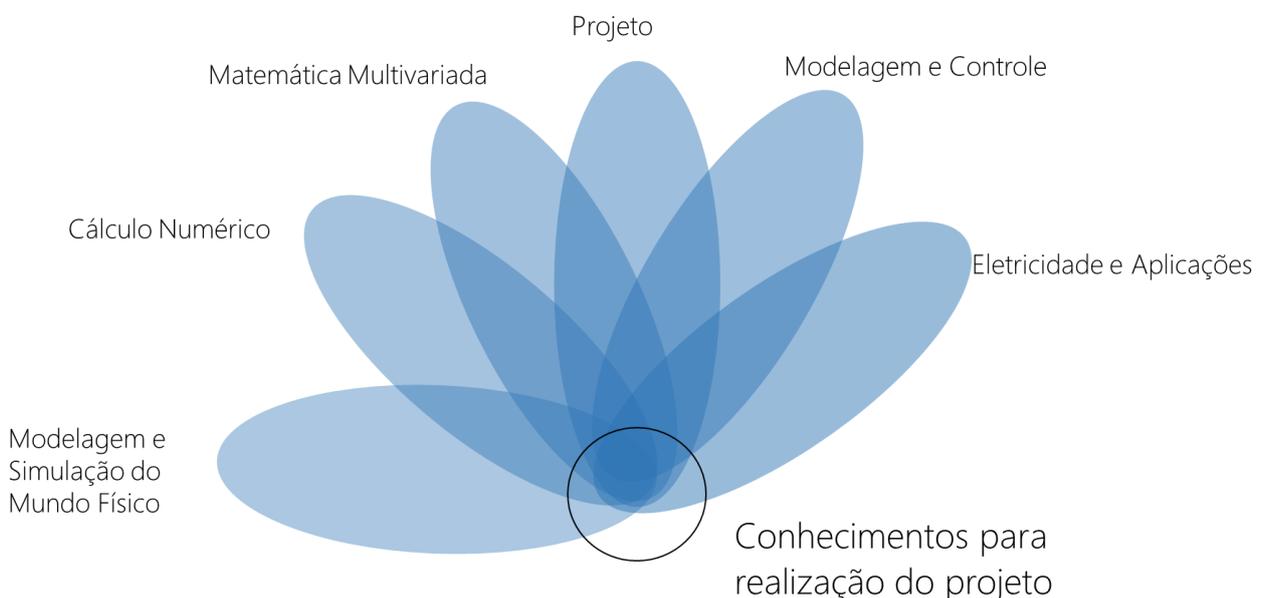
3.1 Escopo do Projeto e Principais Orientações

Para realização do projeto a turma foi dividida em grupos de 4 a 6 estudantes, para que as atividades pudessem ser delegadas entre os integrantes e, cada um pudesse ser o facilitador na atividade a qual ficou responsável.

O projeto a ser implementado deveria passar por algumas etapas: modelagem, simulação e prototipação, uma vez que o projeto foi realizado durante o módulo “Desenvolvimento de Protótipos”, que faz parte do ciclo básico das Engenharias do UniFOA.

No módulo em questão, os estudantes têm os seguintes conhecimentos (disciplinas): Modelagem e Simulação do Mundo Físico, Cálculo Numérico, Matemática Multivariada, Projeto, Modelagem e Controle e Eletricidade e Aplicações. Dessa forma todos esses conhecimentos devem ser estruturados para prover informações que permitam os estudantes proporem um projeto para resolver o problema, conforme Figura 1.

Figura 1 – A interseção dos conhecimentos deve possibilitar a resolução do problema.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Os projetos são gerenciados e monitorados através da ferramenta de gestão Jira, uma vez que a ferramenta apresenta uma interface amigável e suas configurações permitem com que todos os participantes do projeto, professores e alunos, visualizem em tempo real o que está sendo executado.

Com intuito de formalizar como os projetos seriam avaliados foram criados alguns critérios de avaliação com objetivo de orientar os estudantes na condução do projeto, conforme apresentado na Tabela 1, conforme apresentado por RODRIGUES et al., (2023).

A coluna “Etapa” na Tabela 1 indica em que momento os itens serão avaliados, isto é, na metade do semestre (Qualificação do Projeto) e no final do semestre (Apresentação Final); os “Entregáveis” indicam o que os estudantes devem apresentar para atingir os objetivos de aprendizagem do projeto. Na coluna estão indicadas as opções para os estudantes concretizarem a entrega de um critério. E a coluna “Conhecimentos Envolvidos” apresenta os principais conhecimentos envolvidos em determinado critério de avaliação, isto é, o conhecimento que estiver listado tende a oferecer o maior suporte e conteúdo ao estudante para que ele seja capaz de realizar o entregável.

Qualificação do Projeto

Para viabilizar a Caracterização e Justificativa do Problema e da Solução, é fundamental que o projeto seja adequadamente estruturado, começando por uma revisão bibliográfica. Dessa forma, os estudantes devem procurar na literatura acadêmica referências que descrevam problemas semelhantes, permitindo uma fundamentação sólida para o desenvolvimento do projeto.

Tabela 1 – Critérios de avaliação do Projeto.

Etapa	Critério de Avaliação	Entregáveis	Conhecimentos envolvidos
Qualificação	Caracterização e Justificativa do Problema	Pesquisa	Projeto
	Caracterização e Justificativa da Solução	Trabalhos relacionados	Projeto
	Proposta Preliminar do Protótipo: Requisitos	Critérios de Aceitação, Desenho técnico, croquis	Eletricidade e Aplicações e Modelagem e Simulação do Mundo Físico
	Proposta preliminar do Software de Controle	Máquina de Estados Finitos, Fluxograma	Projeto e Modelagem e Controle
	Modelagem do Problema que se deseja resolver	Modelo que descreva o modelo e suas interfaces	Modelagem e Simulação do Mundo Físico, Modelagem e Controle, Cálculo Numérico, Matemática Multivariada
	Simulação Comportamental do Problema	Simulação no Tinkercad, Máquina de Estados Finitos	Modelagem e Simulação do Mundo Físico, Modelagem e Controle, Cálculo Numérico, Matemática Multivariada

	Indicadores que cumprem dos ODSs (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da ONU (Organização das Nações Unidas)	Seleção dos indicadores e justificativa	Projeto
	Indicadores que cumprem da ABNT de Cidades Inteligentes	Seleção dos indicadores e justificativa	Projeto
Apresentação final	Protótipo funcional	Consolidação do protótipo em funcionamento	Projeto e Eletricidade e Aplicações
	Programa de Controle Embarcado no Microcontrolador	Software de controle funcional para ser embarcado em Arduino	Projeto Modelagem e Controle e Eletricidade e Aplicações
	Integração (Software e Hardware)	Indicação de que todas as entradas e saídas do projeto estão funcionando	Projeto Modelagem e Controle e Eletricidade e Aplicações
	Demonstração	Realizar a demonstração para a audiência de que o protótipo tem capacidade de operar	Projeto Modelagem e Controle e Eletricidade e Aplicações
	Comparação entre real e simulado	Apresentar uma comparação entre o protótipo e a simulação	Modelagem e Controle, Cálculo Numérico e Matemática Multivariada

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Com o problema corretamente identificado, muitas ideias surgem de modo a endereçar contribuições que possam resolvê-lo. Portanto, uma proposta inicial é estabelecida e, com a orientação do professor, detalhada para ser desenvolvida até o protótipo final. Neste sentido, a ideia vai evoluindo com o apoio das ferramentas de modelagem e simulação, sobretudo as Máquina de Estados Finitos.

A máquina de estados finitos ou Autômato finito, é um modelo matemático e computacional para o desenvolvimento e análise de sistemas computacionais, A MEF auxilia na modelagem do comportamento do sistema baseado em eventos (SIPSER, 2007).

Na última etapa da qualificação do projeto, os estudantes são estimulados a indicar quais indicadores da ABNT, (2021) e das ONU, (2023) o projeto pode contribuir. Dentre os indicadores da ONU, destacam-se os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme Figura 2.

Figura 2 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: ONU, (2023).

Apresentação Final do Projeto

Para a apresentação final, os estudantes devem concretizar a etapa de qualificação. Enquanto a etapa de qualificação é baseada em análise, modelagem e simulação, a etapa final consiste em realizar a construção do protótipo.

Desse modo, é esperado que o estudante desenvolva o software de controle, geralmente, baseado em Arduino, faça a integração do software com o hardware. Finalmente, uma vez todas as partes do protótipo conectadas, é possível realizar sua demonstração.

3.2 Materiais e Métodos do Estudo de Caso

Tendo em vista a busca de embasamento teórico e prático. Foram realizadas as seguintes etapas i) pesquisas bibliográficas a fim de embasar cálculos para o dimensionamento; ii) caracterização do projeto, considerando os indicadores de cidades inteligentes determinados pela ABNT, (2021) e dos indicadores das ODS da ONU, (2023), iii) modelagem do comportamento do sistema de iluminação proposto.

Em todos os aspectos relacionados à modelagem, inicialmente é imprescindível estabelecer os requisitos. Na modelagem comportamental e na modelagem de software, é crucial detalhar os aspectos operacionais do sistema e o comportamento da máquina em diversas condições. No protótipo, devem-se considerar suas características físicas. A modelagem comportamental, em particular, facilita uma visualização mais clara de como a iluminação autossuficiente funcionará.

Após a definição inicial, foram empregadas diversas ferramentas, incluindo *Wondershare EdrawMax*, *Matlab*, *AutoCAD*, *Fusion* e *Arduino*, com o objetivo de atender aos requisitos estabelecidos. A modelagem foi realizada utilizando as duas primeiras ferramentas, permitindo a visualização de diferentes sistemas óticos de uma Máquina de Estados Finitos (MEF), ou autômato finito, que é um modelo matemático utilizado para representar programas de computador ou circuitos lógicos. Neste projeto, o foco foi nos circuitos lógicos. As três ferramentas subsequentes foram usadas para modelar e programar o protótipo do sistema.

4 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

Esta seção apresenta os resultados do estudo de caso, detalhando as etapas de projeto. Estas etapas são apresentadas de modo a representar alguns dos entregáveis apresentados na Tabela 1.

4.1 Indicadores ODS da ONU e indicadores de cidade inteligentes

Considerando os indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o projeto se alinha principalmente nos indicadores 7, 8, 9 e 11. O indicador 7 é atendido pelo uso de energia solar, uma fonte de energia limpa. O indicador 8 é contemplado pela redução dos gastos da prefeitura com iluminação pública, permitindo a realocação de recursos para outras áreas. O indicador 9 é abordado por meio da implementação de uma tecnologia inovadora em comparação com o sistema e a infraestrutura atuais da rede de iluminação da cidade. O indicador 11 é alcançado ao tornar a cidade mais sustentável.

Além disso, o projeto também visa atender os indicadores relacionados ao meio ambiente e energia da ABNT, (2021), focando na remodelagem do sistema de iluminação pública, o que contribui para a eficiência energética e a sustentabilidade do município.

4.2 Modelagem do sistema

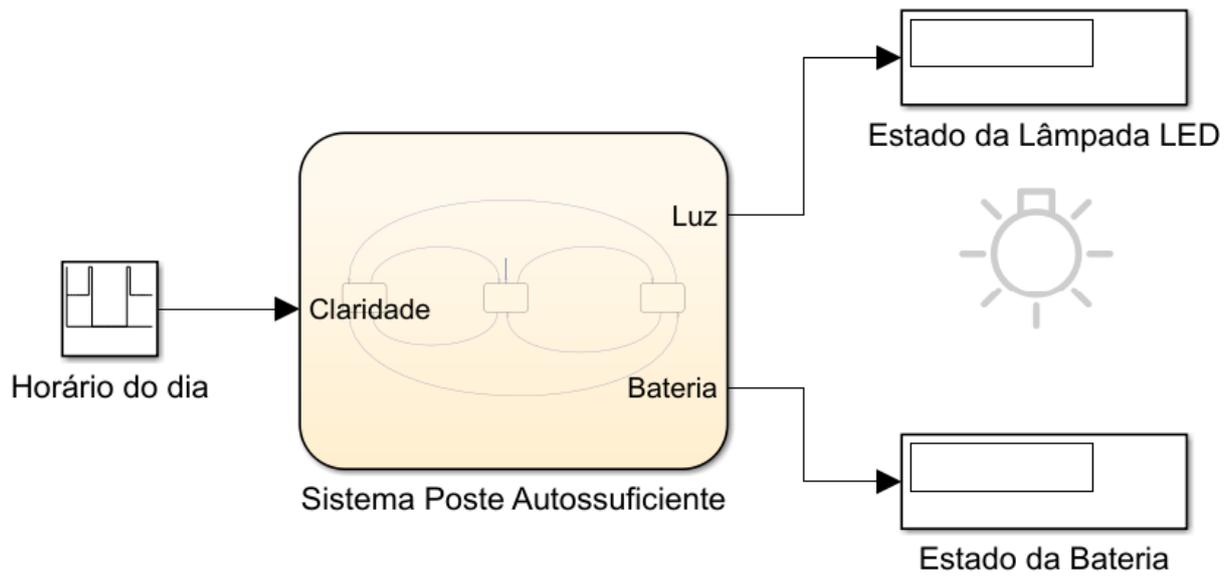
A modelagem comportamental do sistema foi conduzida considerando as entradas e saídas apresentadas na Tabela 2. Utilizando o software Matlab/Simulink, conforme ilustrado na Figura 3 e Figura 4, foi possível simular a Máquina de Estados Finitos (MEF). Nesta modelagem, a MEF inclui muitos detalhes devido à programação complexa do sistema. No bloco denominado "Sistema Poste Autossuficiente", estão localizadas as entradas e saídas do sistema, bem como todas as transições de estados que possibilitam o funcionamento do sistema, incluindo as condições para as transições e as saídas de cada etapa e estado. Para facilitar a compreensão do sistema, a Tabela 2 foi elaborada, detalhando as entradas e saídas do sistema.

Tabela 2 – Descrição do sistema

Saída		Estado	Descrição	Entrada	Descrição
Bateria = 0	Luz = 1	Estado 1	Luz acesa enquanto bateria descarrega	Clareza de 0	Clareza entre 0 e 10% do total
Bateria = 1	Luz = 0	Estado 0	Luz apagada enquanto bateria recarregando	Clareza de 1	Clareza entre 51 e 100% do total
Bateria = 2	Luz = 2	Estado 2	Luz acesa, em potência menor, enquanto bateria recarregando em menor velocidade	Clareza de 2	Clareza entre 11 e 50% do total

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Figura 3 – MEF – Visão geral do sistema (Simulink)



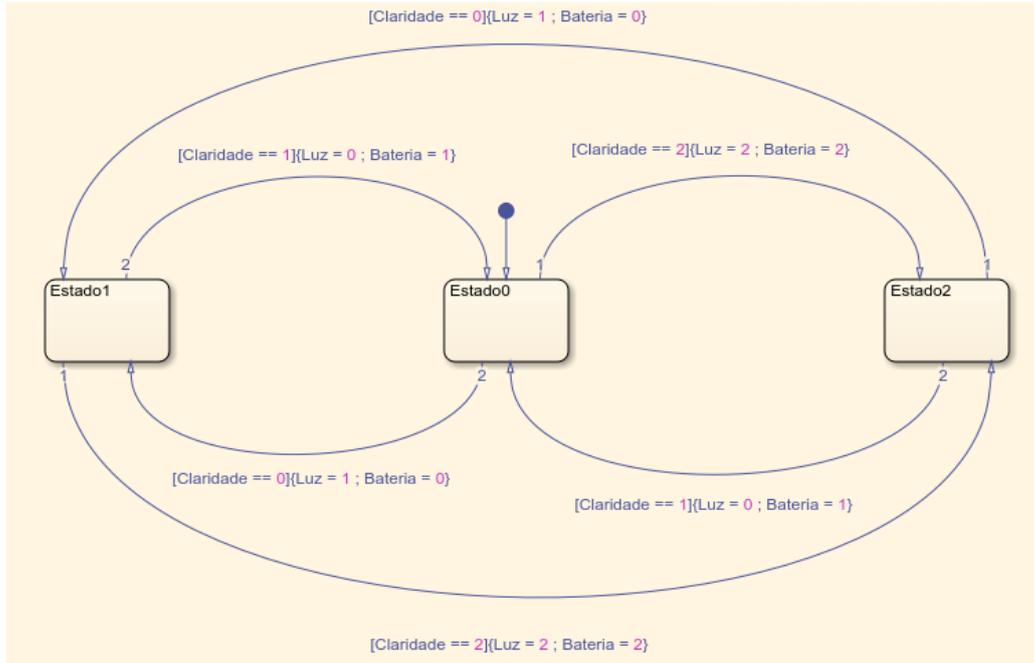
Fonte: Os Autores (2024).

4.3 Dimensionamento e prototipagem

Após definir a necessidade referente ao problema abordado e realizar a modelagem do sistema, é possível proceder com o dimensionamento e a prototipagem. Inicialmente, é necessário efetuar os cálculos adequados para determinar as dimensões das placas solares, inversores e baterias estacionárias. Esse processo permite trabalhar nas características físicas do sistema, incluindo suportes e sistemas de apoio. O cálculo da energia gerada pelos painéis fotovoltaicos (placas solares) é apresentado na Equação 1.

$$E = P_{PLACA} I_{rr} * 0,8 \quad (1)$$

Figura 4 – MEF – Visão das transições do sistema (Simulink).



Fonte: Os Autores (2024).

Onde, E é a energia gerada pela placa fotovoltaica, P_{PLACA} é a potência da placa e I_{rr} é a irradiação média solar.

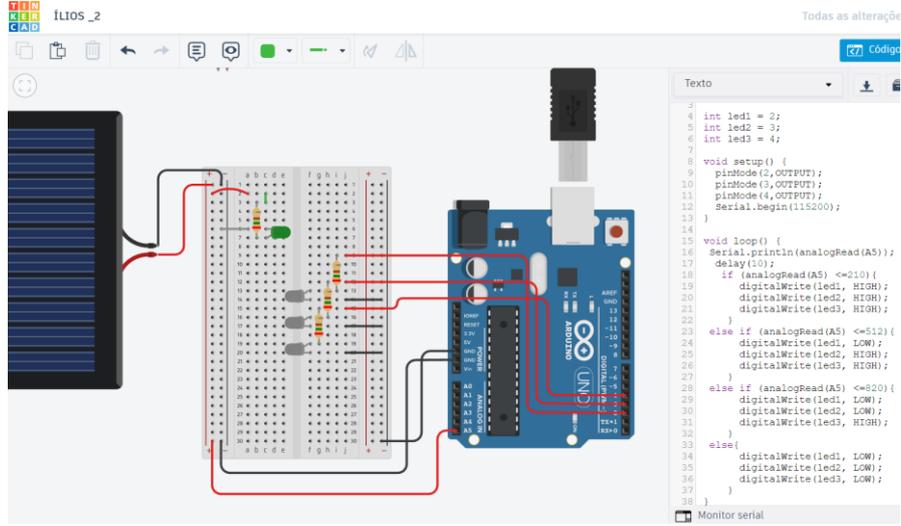
Através da Equação 1, pode-se encontrar a potência da placa igualando ao gasto energético da luminária por hora (0,15 kWh – luminária de 150W) a ser alimentada ao invés da energia gerada.

Com base na Equação 1, foi possível determinar a capacidade de produção de energia da placa solar necessária para atender ao consumo mínimo em condições ideais. Considerando que uma luminária de 150W de potência consome 1,8 kWh em 12 horas de uso, e que, de acordo com a base de dados do CRESESB, (2018) (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito), a irradiação solar no município de Volta Redonda é de 4,6 kWh/m² por dia, foram definidos os seguintes parâmetros com uma boa margem de segurança para o funcionamento do sistema:

O sistema necessita de uma bateria estacionária de 150Ah, que permitirá 12 horas de uso da luminária. Além disso, essa bateria precisa ser alimentada por um painel solar de 340W.

No que tange à prototipagem do sistema associado ao Arduino, a modelagem foi realizada utilizando o TinkerCad, uma ferramenta que permite aos usuários montarem diversos circuitos e simular seu funcionamento, além de implementar os códigos de programação do Arduino. O princípio de funcionamento é o seguinte: o Arduino lê o valor de tensão enviado pela placa solar, que varia de 0 a 1023, utilizando uma porta analógica de 10 bits ($2^{10} = 1024$), onde 1023 representa o valor máximo de tensão disponível. Esses valores de tensão são incluídos nos intervalos de funcionamento, que podem ser ajustados para melhorar o desempenho do sistema. Esses valores de tensão são diretamente proporcionais à intensidade luminosa do ambiente e inversamente proporcionais ao funcionamento dos intervalos em relação aos LEDs. Dessa forma, quando a tensão está no mínimo, todos os LEDs estão acesos, e quando a tensão está no máximo, todos os LEDs estão apagados. O modelo do sistema e sua programação são apresentados na Figura 5.

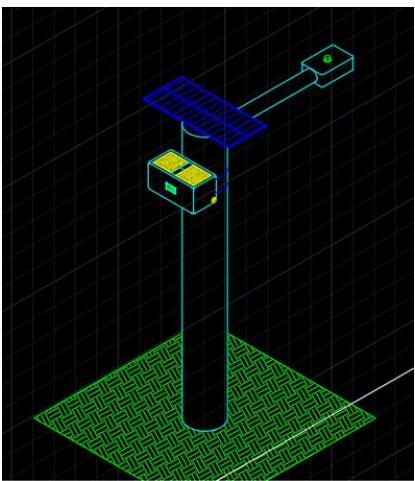
Figura 5 – Sistema de integração com o Arduino - TinkerCad



Fonte: Os Autores (2024).

A concepção do projeto pode ser vista na Figura 6.

Figura 6 – Modelagem do poste – Isométrico - AutoCad



Fonte: Os Autores (2024).

4.4 Custos

Com base nos resultados acima mencionados foi possível elaborar a Tabela 3, a qual discrimina os custos básicos para um modelo real do projeto proposto.

Tabela 3 – Tabela de custo mínimos para o sistema

TABELA DE CUSTOS	
Bateria estacionária 150ah/165ah	R\$ 1.026,00
Painel Solar 340w policristalino	R\$ 725,00
Relé Fotocélula	R\$ 20,00

Cabo Flexível 4mm 750v	R\$ 3,60/m
Controlador De Carga Solar 12v/24v	R\$ 71,00
Luminária 150w Ip67 Bivolt	R\$ 150,00
Valor Total	R\$ 2.006,40

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

É importante destacar que os custos mencionados não incluem o valor do poste onde o sistema seria implantado, pois esse valor pode variar consideravelmente dependendo das condições específicas para a instalação. Em alguns casos, pode ser possível utilizar uma estrutura já existente na localidade.

5 Considerações FINAIS

A implementação do método Engenharia 360º pelo Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) em 2022 demonstrou ser uma abordagem eficaz para o ensino de Engenharia. Integrando a metodologia PjBL e outras técnicas de aprendizado ativo, como a aprendizagem baseada em problemas e a gamificação, essa iniciativa permitiu aos estudantes enfrentarem desafios reais e desenvolverem soluções práticas. Este estudo de caso focou em um projeto específico de iluminação pública autossuficiente, alimentada por energia solar, para cidades inteligentes e sustentáveis.

Os resultados obtidos evidenciam que o uso de energias renováveis, como a solar, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento sustentável das cidades, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e aos indicadores de cidades inteligentes da ABNT. A modelagem e simulação do sistema de iluminação autossuficiente, utilizando ferramentas como Matlab/Simulink e TinkerCad, possibilitaram uma análise detalhada do comportamento do sistema em diferentes condições operacionais. Além disso, a prototipagem com Arduino demonstrou a viabilidade técnica do projeto.

A realização das modelagens comportamental, do protótipo e do software de controle demonstrou que o projeto atende aos indicadores estabelecidos pela ABNT para cidades inteligentes. O sucesso do projeto está relacionado ao cumprimento dos objetivos inicialmente propostos. No que diz respeito à modelagem comportamental, a elaboração das Máquinas de Estados Finitos (MEFs) facilitou a compreensão do funcionamento do sistema, identificando os eventos que provocam transições e suas respectivas saídas.

Quanto ao protótipo, a modelagem realizada com as ferramentas AutoCad e Fusion permitiu a visualização dos aspectos físicos do protótipo e auxiliou no planejamento de sua montagem. No tocante à modelagem do software de controle, a utilização do Matlab e do Arduino viabilizou a construção do sistema e a simulação das condições operacionais e suas variações.

A metodologia de avaliação, baseada em critérios claros e objetivos, guiou os estudantes desde a concepção do projeto até a apresentação final, garantindo que todos os aspectos teóricos e práticos fossem contemplados. Os custos estimados para a implementação do sistema são acessíveis, tornando viável a replicação do projeto em larga escala.

Sendo assim, a abordagem Engenharia 360º não só aprimorou a qualidade do ensino, como também preparou os alunos para resolverem problemas complexos de maneira inovadora e sustentável. O projeto de iluminação autossuficiente serve como um

exemplo prático de como a engenharia pode contribuir para a construção de cidades mais eficientes e ambientalmente responsáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à OpenCadd pelo fornecimento das licenças do software Matlab/Simulink, necessários para realização da simulação comportamental neste trabalho. Ao Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) pelo apoio institucional. I.P. Rodrigues agradece à CAPES pelo apoio financeiro (Processo No. 88882.444522/2019-01) durante o doutorado.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **Cidades e Comunidades Sustentáveis - Indicadores para Cidades Inteligentes**. 2021.
- BALLESTEROS, M. Á.; SÁNCHEZ, J. S.; RATKOVICH, N.; CRUZ, J. C.; REYES, L. H. Modernizing the chemical engineering curriculum via a student-centered framework that promotes technical, professional, and technology expertise skills: The case of unit operations. **Education for Chemical Engineers**, v. 35, p. 8–21, abr. 2021.
- CHI, M. T. H.; WYLIE, R. The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. **Educational Psychologist**, v. 49, n. 4, p. 219–243, 2 out. 2014.
- CRESESB. **CRESESB (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito)**. Disponível em: <<https://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>>. Acesso em: 20 maio. 2024.
- GOMEZ-DEL RIO, T.; RODRIGUEZ, J. Design and assessment of a project-based learning in a laboratory for integrating knowledge and improving engineering design skills. **Education for Chemical Engineers**, v. 40, p. 17–28, jul. 2022.
- ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 8 fev. 2024.
- RODRIGUES, G. A.; LIMA DOS SANTOS, B.; GABRIEL DOS SANTOS DIAS MOURA MATOS, J.; LUCAS RODRIGUES, A.; RAMOS DANIEL DA SILVA, M.; PINTO RODRIGUES, I.; CLAUDIA DE ALMEIDA CARDINOT, A.; GRISOL DA CRUZ NOBRE, S.; ANDRADE DE ARAÚJO, J.; FRAGA RODRIGUES, E. UMA PROPOSTA PARA UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA DE ACIARIA LD EM ARTEFATOS DE CONCRETO - UMA EXPERIÊNCIA COM A ABORDAGEM DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO. In: Proceedings of the 51 Brazilian Congress of Engineering Education, 2023, **Anais...** Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2023
- SIPSER, M. **Introdução à Teoria da Computação**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007. 488 p.

SELF-SUFFICIENT PUBLIC LIGHTING POWERED BY PHOTOVOLTAIC ENERGY

Abstract: *The innovation in Engineering education, aiming to provide a practical and engaging experience for students, motivated the implementation of the 360º Engineering method by the Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) in 2022. The challenge addressed was the creation of solutions for sustainable and smart cities, a critical issue in the current urban scenario. To tackle this problem, the PjBL (Project-Based Learning) methodology was used, where students developed real projects, such as the self-sufficient public lighting system powered by solar energy. The project involved stages of behavioral modeling, prototype modeling, and control software modeling, using tools such as Matlab, AutoCad, Fusion, and Arduino. The results indicated that the project meets the ABNT's smart city indicators, standing out for its technical feasibility and alignment with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), contributing to energy efficiency and urban sustainability.*

Keywords: Sustainable Cities, Project-Based Learning, Photovoltaic Energy, Smart City Indicators, Engineering Education

